

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
3. Januar 2002 (03.01.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/01662 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01M 8/04, 8/02**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/02305**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Juni 2001 (22.06.2001)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
100 31 062.1 26. Juni 2000 (26.06.2000) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **SIEMENS AKTIENGESellschaft [DE/DE];**

Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). **EMITEC  
GESELLSCHAFT FÜR EMISSIONSTECHNOLOGIE MBH [DE/DE];** Hauptstr. 150, 53797 Lohmar (DE).

(72) Erfinder; und

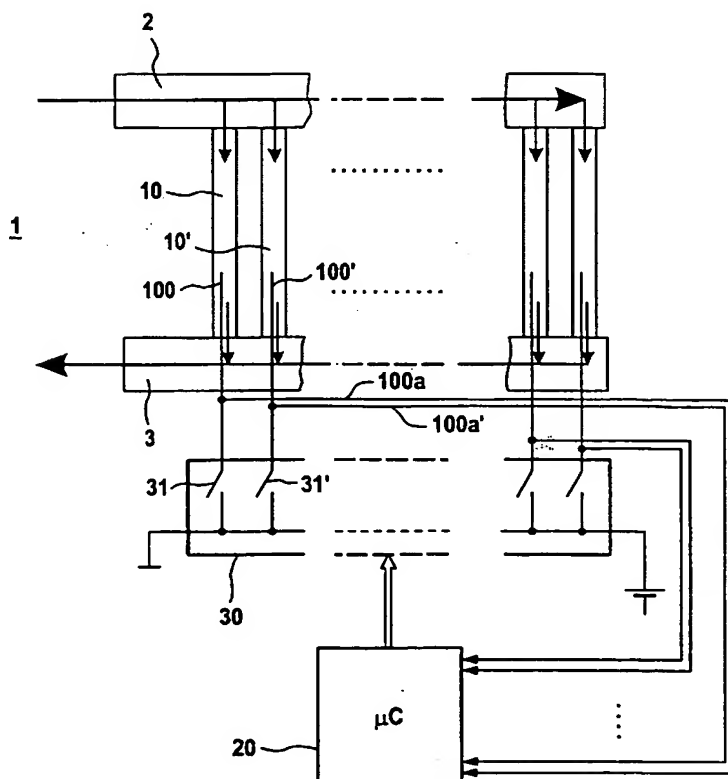
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRÜCK, Rolf [DE/DE];** Fröbelstr. 12, 51429 Bergisch Gladbach (DE). **KONIECZNY, Jörg-Roman [DE/DE];** Bahnhofstr. 17, 53721 Siegburg (DE). **REIZIG, Meike [DE/DE];** Heisterer Str. 3a, 53579 Erpel (DE). **GROSSE, Joachim [DE/DE];** In der Reuth 126, 91056 Erlangen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESellschaft; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **POLYMER ELECTROLYTE MEMBRANE (PEM) FUEL CELL WITH A HEATING ELEMENT, PEM FUEL CELL SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING A PEM FUEL CELL SYSTEM**

(54) Bezeichnung: **POLYMER-ELEKTROLYT-MEMBRAN(PEM) - BRENNSTOFFZELLE MIT HEIZELEMENT, PEM-BRENNSTOFFZELLENANLAGE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER PEM-BRENNSTOFFZELLENANLAGE**



(57) Abstract: The invention relates to a PEM fuel cell with a heating element, a method for operating a PEM fuel cell system, and a PEM fuel cell system. Said heating element has an integrated thermosensor, which, essentially, can prevent the temperature of the cell/system from dropping below the freezing point of the electrolyte.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine PEM-Brennstoffzelle mit Heizelement, ein Verfahren zum Betreiben einer PEM-Brennstoffzellenanlage und eine PEM-Brennstoffzellenanlage. Das Heizelement hat einen integrierten Thermosensor, so dass im Wesentlichen das Absinken der Temperatur der Anlage/der Zelle unter den Gefrierpunkt des Elektrolyten verhindert werden kann.

WO 02/01662 A1



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CA, CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

POLYMER-ELEKTROLYT-MEMBRAN(PEM) - BRENNSTOFFZELLE MIT HEIZELEMENT,  
PEM-BRENNSTOFFZELLENANLAGE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER PEM-BRENNSTOFFZELLENAN-  
LAGE

Die Erfindung bezieht sich auf eine PEM-Brennstoffzelle mit  
Heizelement, ein Verfahren zum Betreiben einer PEM-Brenn-  
stoffzellenanlage und eine zugehörige PEM-Brennstoffzellen-  
10 anlage.

Bekannt ist aus der älteren, nicht vorveröffentlichten  
WO 00/59058 A1 eine PEM-Brennstoffzelle mit integriertem  
Heizelement. Dabei wird beim Kaltstart zunächst das Heiz-  
15 element gestartet. Nachteilig an diesem System ist, dass kei-  
ne Vorrichtung vorhanden ist, die das Absinken der Temperatur  
der Brennstoffzellenanlage unter den Gefrierpunkt des Elekt-  
rolyten, beispielsweise durch Starten des Heizelements, ver-  
hindert.

20 Eine Brennstoffzellenbatterie besitzt pro Brennstoffzellen-  
einheit einen Elektrolyten, wie bei der Polymer-Elektrolyt-  
Membran(PEM)-Brennstoffzelle beispielsweise eine Membran oder  
Matrix, in der die protonenleitende (z.B. Wasser) und/oder  
25 die eigendissoziierende (z.B. Phosphorsäure) Verbindung ge-  
bunden ist. Bei einer Temperatur unter 0°C bei Verwendung von  
Wasser als Elektrolyt und bei einer Temperatur von ca. 42°C  
bei Verwendung von Phosphorsäure als Elektrolyt steigt der  
Membranwiderstand der PEM-Brennstoffzelle, bedingt durch das  
30 Einfrieren des gespeicherten Wassers bzw. der gespeicherten  
Phosphorsäure, sprunghaft um 2-3 Zehnerpotenzen an. Dadurch  
wird ein autothermes Aufheizen einer Brennstoffzelleneinheit,  
insbesondere beim Betreiben der PEM-Brennstoffzelle bei er-  
höhten Temperaturen, nicht ohne weitere Maßnahmen möglich.

35 Um dieses Problem zu lösen, kann bei niedriger Temperatur der  
Umgebung, entweder die Batterie, auch ohne Nutzung, bei mini-

5 maler Last betrieben werden, damit die Temperatur nicht unter den Gefrierpunkt fällt, oder es kann ein Thermofühler eingebaut werden, so dass in dem Moment, wo die Temperatur so weit sinkt, dass der Elektrolytwiderstand sprunghaft anzusteigen droht, die Batterie anspringt und durch Betrieb die Brennstoffzelle auf einer Temperatur oberhalb des Gefrierpunkts des Elektrolyten bringt.

10 Aufgabe der Erfindung ist es, eine Brennstoffzelle mit einem Heizelement zu schaffen, durch das ein Absinken der Temperatur der Zelle/des Stacks unter einen vorgebbaren Wert verhindert wird, und ein zugehöriges Verfahren anzugeben.

15 Die Aufgabe ist bei einer Brennstoffzelle der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1, bei einer kompletten Brennstoffzellenanlage durch die Merkmale des Patentanspruches 9 und bei einem Verfahren zum Betreiben einer Brennstoffzellenanlage durch die Maßnahmen eines der Patentansprüche 5 bzw. 14 gelöst. Weiter-  
20 bildungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gegenstand der Erfindung ist eine PEM-Brennstoffzelle mit zumindest einem Heizelement mit integriertem Thermosensor. Außerdem ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zum Betrieb  
25 einer Brennstoffzelle/einer Brennstoffzellenanlage, bei dem über ein, in jeder Zelle und/oder in zumindest jedem Stack, angeordnetes Heizelement mit integriertem Thermosensor die Temperatur in der Zelle und/oder in dem Stack während der Ruhephase des Systems im Wesentlichen oberhalb des Gefrier-  
30 punkts des Elektrolyten gehalten wird.

Das Heizelement ist bevorzugt aus einem Material, das je nach Temperatur einen unterschiedlichen Widerstand hat. Charakteristisch ist bei diesen Werkstoffen, dass oberhalb einer bestimmten, stoffspezifischen Temperatur (Referenztemperatur)  
35 der Widerstand des Materials drastisch ansteigt.

Beispiele für diese Materialien sind die sogenannten Werkstoffe mit hohem positiven Temperaturkoeffizienten (Positive Temperature Coefficient = PTC), z.B. keramische Werkstoffe, die mit Elementen von höherer Valenz als der im Kristallgitter dotiert sind. So kann über die Wahl des Materials und/oder der angelegten Spannung eingestellt werden, bei welcher Temperatur das Heizelement zu heizen beginnt bzw. wieder abschaltet. Damit wird erreicht, dass die Temperatur in der Zelle im Wesentlichen nicht unter den Gefrierpunkt des Elektrolyten fällt, wodurch die Startzeit des Brennstoffzellensystems bei wenig erhöhtem Energieverbrauch minimiert wird. Die Fähigkeit des Materials indirekt, über den eigenen Widerstand Temperatur zu messen, wird in diesem Fall als Thermosensorfunktion bezeichnet und ein Heizelement aus einem derartigen Material auch als „Heizelement mit integriertem Thermosensor“.

Ein Heizelement mit integriertem Thermosensor kann aber auch ein zweiteiliges Element sein, das aus einem temperaturmessenden und einem heizenden Teilstück besteht. „Integriert“ bedeutet dabei, dass keine zwei getrennten Elemente, sondern nur ein Bauteil vorliegt. Beispielsweise kann ein Thermofühler um einen Heizdraht gewickelt sein. Das Heizelement mit integriertem Thermosensor ist dann an ein Steuergerät angeschlossen, so dass es automatisch bei einer vorgegebenen Temperatur, die - beispielsweise - der optimalen Betriebstemperatur entspricht, automatisch abgeschaltet und bei einer Mindesttemperatur, die beispielsweise dem Gefrierpunkt des Elektrolyten entspricht, wieder eingeschaltet wird. Die optimale Betriebstemperatur wird dabei als ein Maximum der Funktion des Wirkungsgrads des Stacks über die Temperatur definiert.

Mit „im wesentlichen oberhalb des Gefrierpunkts“ ist z.B. bei der mobilen Anwendung der PEM-Brennstoffzelle, die bei der vorliegenden Erfindung im Vordergrund steht, der Zeitrahmen im normalen „Stop and Go“ Fahrbetrieb gemeint. Eine längere

Ruhephase des Fahrzeugs, z.B. Stillstandzeiten während eines Urlaubs des Fahrzeughalters ist von dieser Formulierung auszuschließen, weil dann die Erhaltung einer Mindesttemperatur im Stack und/oder in der Zelle nicht mehr wünschenswert ist.

5 Ebenso kann es vorkommen, dass in ganz kurzen Zeitspannen etwa bis zum Erreichen der Heizleistung, beim Nachlauf der Kühlung und/oder bei besonders tiefen Außentemperaturen die Temperatur im Stack/in der Zelle unterhalb des Gefrierpunktes des Elektrolyten fällt. Diese Extreme und Ausnahmezustände

10 sind von der Erfindung durch Verwendung des Begriffes „im wesentlichen“ mitumfasst.

Als Ruhephase des Systems wird die Zeitspanne bezeichnet, in der das Brennstoffzellensystem ausgeschaltet ist.

15 Bevorzugt ist das Heizelement derart kompakt ausgebildet, d.h. dünn und schmal, so dass es z.B. in den Elektrolyten integriert werden kann, ohne das Volumen des Elektrolyten zu erhöhen. Insbesondere soll das Heizelement bei PEM-Brennstoffzellen innerhalb der Membran-Elektroden-Einheit (Membrane Electrode Assembly = MEA) als wesentlicher Funktionsteil der Brennstoffzelle anordenbar sein. Das Heizelement hat eine Verbindung zu einer oder mehrerer Spannungs- und Energiequelle(n), wie beispielsweise eine Batterie, von der es mit Spannung/Energie versorgt wird. Zur Stromversorgung ist das Heizelement beispielsweise an den Stack und/oder an eine zusätzliche Spannungsquelle angeschlossen. Dies bedeutet, dass die

20 bei Inbetriebnahme der Brennstoffzellenanlage zunächst gelieferte, geringe elektrische Leistung zur weiteren Aufheizung der Brennstoffzellen und damit zum schnellen Erreichen der Betriebsleistung eingesetzt wird.

25

30

Bei der PEM-Brennstoffzellenanlage kann das Heizelement durch Teillast zumindest eines Teils der Anlage gespeist werden.

35 Bevorzugt kann diese Energiequelle oder deren Verbindung zu dem Heizelement ein- und abgeschaltet werden, so dass bei

vorhersehbaren längeren Ruhephasen des Systems nicht unnötig Energie verbraucht wird.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Patentansprüchen. Die einzige Figur zeigt in schematischer Darstellung eine Brennstoffzellenanlage mit einem beispielhaft dargestellten Brennstoffzellenstack aus einer Mehrzahl von Brennstoffzellen, die Elemente zum Heizen und zum Erfassen der Temperatur und zugehörige Steuer- und Versorgungseinheiten aufweisen.

In der Figur ist ein Brennstoffzellenstapel mit 1 bezeichnet, der aus einer Vielzahl einzelner Brennstoffzellen 10, 10', ... besteht, die mechanisch aufeinandergestapelt, elektrisch aber hintereinandergeschaltet sind. Mit 2 ist eine Zugangsleitung und mit 3 eine Abgangsleitung für Betriebsmedien bezeichnet. Solche Betriebsmedien sind Wasserstoff ( $H_2$ ) oder wasserstoffreiches Gas einerseits sowie Sauerstoff ( $O_2$ ) oder Umgebungsluft andererseits als Reaktanden für die Brennstoffzellenreaktion und weiterhin ein insbesondere flüssiges Kühlmittel.

In der Figur sind den einzelnen Brennstoffzellen 10, 10', ... jeweils Heizelemente 100, 100', ... mit nicht im einzelnen dargestellten, integrierten Thermosensoren 100a, 100a', ... zugeordnet. Die Heizelemente 100, 100', ... sind mit einer Versorgungseinrichtung in Wirkverbindung, die einerseits Signale der in den Heizelementen 100, 100', ... integrierten Thermosensoren 100a, 100a', ... erfasst und andererseits nach Verarbeitung der Signale die für die Temperierung der einzelnen Brennstoffzellen 10, 10', ... jeweils erforderliche Energie liefert. Dafür hat ein Auswertegerät 20 einen Mikroprozessor zur software-gesteuerten Auswertung der von den Thermosensoren 100a, 100a', ... gelieferten Signale. Weiterhin ist eine Einheit 30 zur Spannungs- bzw. Stromversorgung zur Bereitstellung von elektrischer Energie mit einzelnen, den

Heizelemente 100, 100', ... zugeordneten Schaltern 31, 31',  
... vorhanden, womit eine individuelle Ansteuerung der Heiz-  
elemente 100, 100', ... in den einzelnen Brennstoffzellen 10,  
10', ... möglich ist. Es kann auch für jedes Heizelement  
5 100, 100', ... ein eigener Regler vorhanden sein, was in der  
Figur nicht ausgeführt ist.

Mit einer solchen Anordnung ergibt sich die Möglichkeit, die  
einzelnen Brennstoffzellen individuell auf eine vorgegebene  
10 Temperatur zu regeln. Es sind Temperaturregelungen auch nach  
vorgegebenem Algorithmus möglich. Vorteilhaft ist insbesonde-  
re, die Temperaturregelung der Heizelemente gruppenweise se-  
lektiv durchzuführen. Beispielsweise bei hundert Brennstoff-  
zellen werden die ersten und die letzten zwanzig Brennstoff-  
15 zellen und die mittleren sechzig Brennstoffzellen jeweils zu  
Gruppen zusammengefaßt, deren gemeinsame Ansteuerung eine  
stationäre Temperaturverteilung erwarten läßt.

Als geeignete Heizelemente 100, 100', ... mit integriertem  
20 Thermosensor sind insbesondere PTC-Elemente vorgesehen. Sol-  
che Elemente bieten aufgrund der spezifischen Temperatur-  
abhängigkeit des PTC-Materials die Möglichkeit, gleichermaßen  
als Heizelement und/oder Temperatursensor zu fungieren. Dies  
ist insbesondere bei den vergleichsweise geringen elektri-  
25 schen Leistungen möglich.

In jeder Brennstoffzelleneinheit und/oder in jedem Stack der  
Brennstoffzellenanlage ist zumindest ein Heizelement vor-  
handen. Je nach Ausmaß des einzelnen Heizelements kann es  
30 auch vorteilhaft sein, mehrere Heizelemente in einer Brenn-  
stoffzelleneinheit unterzubringen. Die Anzahl, die Größe, das  
Material und die Form des Heizelements sind von der Konstruk-  
tion der jeweiligen Brennstoffzellenanlage abhängig und sol-  
len in keiner Weise den Umfang der Erfindung begrenzen.

35 Nach einer Ausführungsform ist am/im Wasservorratsbehälter  
und/oder an den Leitungen der Anlage auch ein Heizelement mit



integriertem Thermosensor oder eine, z.B. wärmeleitende, Um-mantelung mit einem Heizelement mit integriertem Thermosensor vorgesehen.

- 5 Als bevorzugte Materialien seien genannt: Metall und/oder wärme- und/oder elektronenleitfähiger Kunststoff, Kohle-papier, Gewebe oder ähnliches, wobei ein mit Kunststoff um-mantelter Draht beispielsweise eingesetzt werden kann.
- 10 Die bevorzugte Form des Heizelements ist naturgemäß so, dass sie in dem Bauteil der Brennstoffzelleneinheit, in dem sie integriert ist, möglichst wenig stört und während des nor-malen Betriebs möglichst wenig Schaden nimmt. So ist das Heizelement als blanker Metall-Draht sowohl in der Gasdiffu-  
15 sionsschicht als auch in der Polplatte der jeweiligen Brenn-stoffzelle gut zu integrieren. Der Draht, der z.B. mit einem wärmeleitfähigen Kunststoff überzogen ist, ist auch günstig im Elektrolyten, wie z.B. in der Polymer-Membran, unterge-bracht oder einlaminiert. Dabei ist es vorteilhaft, wenn das  
20 Heizelement die Membran oder Matrix auch mechanisch festigt und/oder stärkt.

Das Heizelement wird unabhängig vom Betrieb der Brennstoff-zellenbatterie gestartet, sobald die Temperatur bewirkt, dass  
25 der Widerstand des Materials unter den Wert der angelegten Spannung fällt.

Die externe Energiequelle ist nach einer Ausgestaltung ein Akku und/oder eine Batterie, die z.B. während des Betriebs  
30 über die Brennstoffzellenanlage wieder aufladbar ist. Die ex-terne Energiequelle kann aber genauso gut ein elektrischer Anschluss an ein Energieversorgungsnetz, z.B. an ein vorhande-nes Festnetz, sein.

35 Nach einer spezifischen Ausführungsform der Erfindung ist das Heizelement in einem oder in beiden Gasdiffusionschichten ei-ner Brennstoffzelleneinheit integriert.

- Eine Brennstoffzellenanlage umfasst zumindest einen Stapel mit zumindest einer Brennstoffzelleneinheit, der als Stack bezeichnet wird, die entsprechenden Prozessgasversorgungs- und Entsorgungskanäle (Prozessgaskanal), ein Kühlsystem und dazugehörige Endplatten. Weiterhin umfassen die PEM-Brennstoffzellen zumindest einen Elektrolyten, an den beidseitig Elektroden anschließen und die MEA bilden, an die wiederum eine Gasdiffusionsschicht angrenzt, durch die das Reaktionsgas in der Reaktionskammer an die Elektrode zur Umsetzung hindiffundiert. Die Elektroden bestehen beispielsweise aus einer Elektrokatalysatorschicht, während die Gasdiffusionsschicht z.B. durch ein Kohlepapier gebildet wird.
- Die Erfindung ermöglicht einen schnelleren Kaltstart durch ein in die Zelle und/oder in den Stack eingebautes Heizelement. Das Heizelement hat einen integrierten Thermosensor, so dass im Wesentlichen das Absinken der Temperatur der Anlage/der Zelle unter den Gefrierpunkt des Elektrolyten verhindert werden kann.
- Insbesondere für Brennstoffzellenanlagen mit sog. Hochtemperatur (HT)-PEM-Brennstoffzellen ist die Erfindung besonders geeignet. HT-PEM-Brennstoffzellen werden bei gegenüber den PEM-Brennstoffzellen üblichen Betriebstemperaturen von 60 bis 80°C höheren Arbeitstemperaturen betrieben und zwar insbesondere im Bereich zwischen 80 bis 250°C. Solche HT-PEM-Brennstoffzellen arbeiten mit einem Elektrolyten auf der Basis von Phosphorsäure, der bei ca. 42°C erstarrt, wobei durch Wasserzugabe eine Erniedrigung der Erstarrungstemperatur bzw. des Schmelzpunktes erreichbar ist. Hierzu kann Wasser aus dem vorhandenen Wasservorratsbehälter, der ansonsten für die Wasserentnahme beim Hochheizen der HT-PEM-Brennstoffzelle dient, entnommen werden. Die Betriebsweise der HT-PEM-Brennstoffzelle bei der Arbeitstemperatur ist dagegen vorteilhafterweise wasserunabhängig. Durch die Anwendung der Heizelemente im

erfindungsgemäßen Sinne kann beim Starten der Brennstoffzellenanlage die Arbeitstemperatur schnell erreicht werden.

## Patentansprüche

1. PEM-Brennstoffzelle mit zumindest einem Heizelement (100, 100', ...) mit integriertem Thermosensor (100a, 100a', ...).
- 5 2. PEM-Brennstoffzelle nach Anspruch 1, bei der das Heizelement (100, 100', ...) derart kompakt ausgebildet ist, dass es in einer einzelnen Membran-Elektroden-Einheit (MEA) anordenbar ist.
- 10 3. PEM-Brennstoffzelle nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der das Heizelement (100, 100', ...) an ein Steuergerät (20) angeschlossen ist.
- 15 4. PEM-Brennstoffzelle nach Anspruch 3, bei dem das Heizelement durch ein selbststeuerndes PTC-Element gebildet ist.
5. Verfahren zum Betrieb einer Brennstoffzellenanlage, mit wenigstens einem als Stapel (Stack) aus einzelnen Brennstoffzellen gebildeten Brennstoffzellenmodul, wobei dem über ein, 20 in jeder Zelle und/oder in zumindest jedem Stack, angeordnetes Heizelement mit integriertem Thermosensor die Temperatur in der Zelle und/oder in dem Stack während oder nach einer Ruhephase des Systems im Wesentlichen oberhalb des Gefrierpunkts des Elektrolyten gehalten wird.
- 25 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei beim Kaltstart selektiv hochgeheizt wird.
- 30 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, bei dem das wenigstens eine Heizelement von einem Steuergerät derart angesteuert wird, dass es automatisch bei einer vorgegebenen Temperatur, ein- und/oder abgeschaltet wird.
- 35 8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem eine Mehrzahl von Heizelementen gruppenweise angesteuert werden.

11

9. PEM-Brennstoffzellenanlage mit zumindest einem Heizelement mit integriertem Thermosensor, das angeeigneter Stelle in der Membran-Elektroden-Einheit (MEA) der Brennstoffzelle angeordnet ist.

5

10. PEM-Brennstoffzellenanlage nach Anspruch 9, wobei das zumindest eine Heizelement an ein Steuergerät angeschlossen ist.

10 11. PEM-Brennstoffzellenanlage nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei das Heizelement zur Stromversorgung zumindest an den Stack und/oder an eine zusätzliche Spannungsquelle angeschlossen ist.

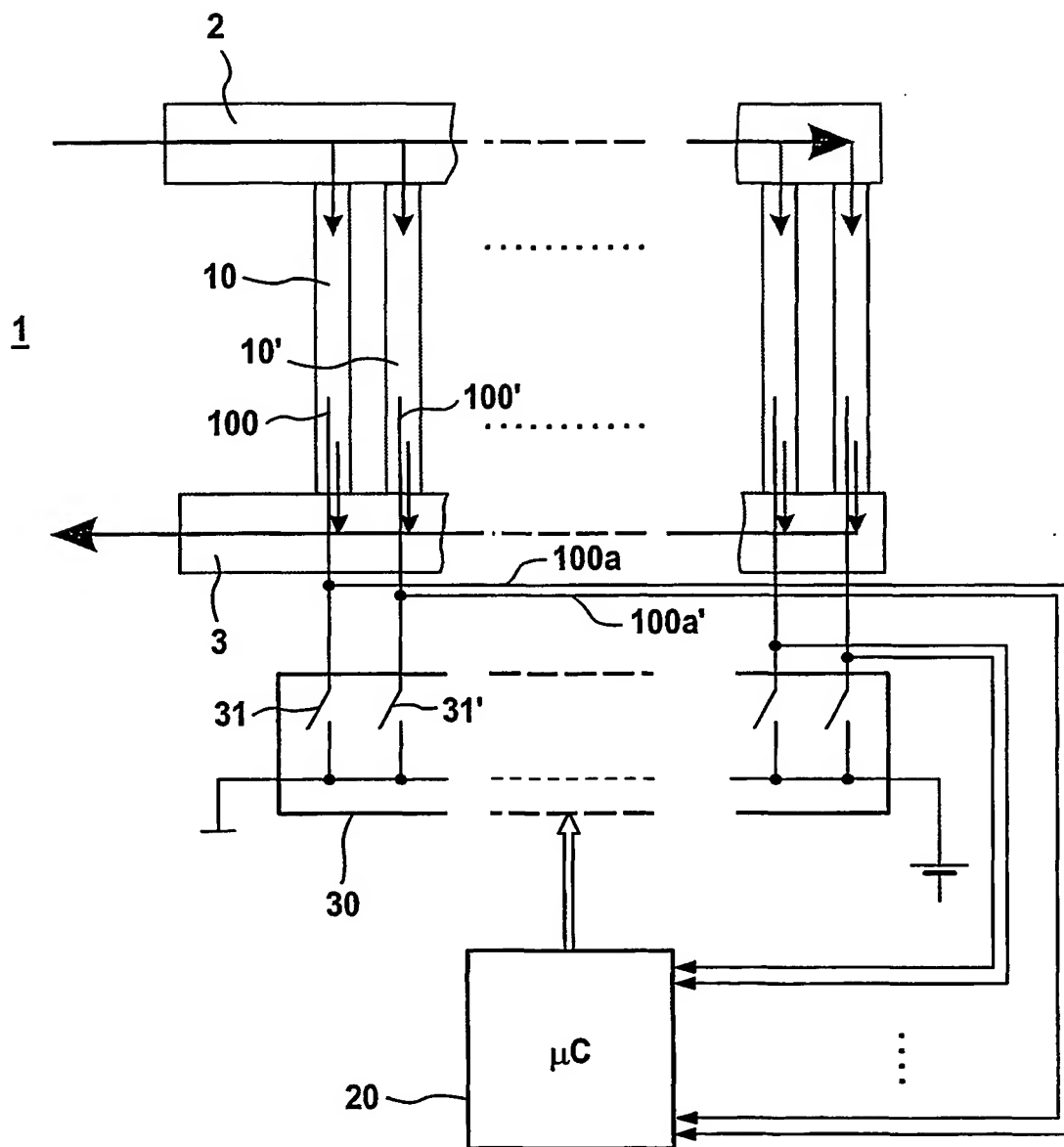
15 12. PEM-Brennstoffzellenanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche 9 bis 11, bei dem das Heizelement durch Teillast zumindest eines Teils der Anlage gespeist wird.

20 13. PEM-Brennstoffzellenanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche 8 bis 12, mit einem dem Brennstoffzellenmodul zugeordneten Wasserbehälter, bei der der Wasservorratsbehälter und/oder Leitungen der Anlage mit einem Heizelement mit integriertem Thermosensor ausgerüstet sind.

25 14. Verwendung der PEM-Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4 bzw. der PEM-Brennstoffzellenanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 13 bei gegenüber üblichen Betriebstemperaturen erhöhten Arbeitstemperaturen, vorzugsweise zwischen 80 und 250°C.

30

1/1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 01/02305

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7    H01M8/04    H01M8/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7    H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 424 (E-1410), 6 August 1993 (1993-08-06) & JP 05 089900 A (AISIN SEIKI CO LTD), 9 April 1993 (1993-04-09) abstract; figure 1	1-4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 200 (M-498), 12 July 1986 (1986-07-12) & JP 61 044025 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 3 March 1986 (1986-03-03) abstract	1-14
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">           *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance            *E* earlier document but published on or after the international filing date            *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)            *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means            *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed         </div> <div style="width: 45%;">           *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention            *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone            *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.            *Z* document member of the same patent family         </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
15 November 2001	23/11/2001	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Reich, C	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In **national Application No**  
**PCT/DE 01/02305**

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	WO 00 59058 A (GEBHARDT ULRICH ; SIEMENS AG (DE); WAIDHAS MANFRED (DE)) 5 October 2000 (2000-10-05) cited in the application page 1, line 31 -page 2, line 2 page 3, line 33-35 -----	1-14
P,A	WO 00 54356 A (VON HELMOLT RITTMAR ; MUND KONRAD (DE); GEBHARDT ULRICH (DE); LUFT) 14 September 2000 (2000-09-14) page 2, line 1-5 claim 8 -----	1-14



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/02305

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 05089900	A	09-04-1993	NONE	
JP 61044025	A	03-03-1986	NONE	
WO 0059058	A	05-10-2000	WO 0059058 A1	05-10-2000
WO 0054356	A	14-09-2000	WO 0054356 A1	14-09-2000

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02305

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01M8/04 H01M8/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 424 (E-1410), 6. August 1993 (1993-08-06) & JP 05 089900 A (AISIN SEIKI CO LTD), 9. April 1993 (1993-04-09) Zusammenfassung; Abbildung 1	1-4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 200 (M-498), 12. Juli 1986 (1986-07-12) & JP 61 044025 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 3. März 1986 (1986-03-03) Zusammenfassung	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. November 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/11/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Reich, C

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 01/02305

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,A	WO 00 59058 A (GEBHARDT ULRICH ; SIEMENS AG (DE); WAIDHAS MANFRED (DE)) 5. Oktober 2000 (2000-10-05) in der Anmeldung erwähnt Seite 1, Zeile 31 -Seite 2, Zeile 2 Seite 3, Zeile 33-35 -----	1-14
P,A	WO 00 54356 A (VON HELMOLT RITTMAR ; MUND KONRAD (DE); GEBHARDT ULRICH (DE); LUFT) 14. September 2000 (2000-09-14) Seite 2, Zeile 1-5 Anspruch 8 -----	1-14

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02305

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 05089900	A	09-04-1993	KEINE		
JP 61044025	A	03-03-1986	KEINE		
WO 0059058	A	05-10-2000	WO	0059058 A1	05-10-2000
WO 0054356	A	14-09-2000	WO	0054356 A1	14-09-2000